



**SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA V**  
"Kontribusi Kimia dan Pendidikan Kimia dalam Pembangunan  
Bangsa yang Berkarakter"  
Program Studi Pendidikan Kimia Jurusan PMIPA FKIP UNS  
Surakarta, 6 April 2013



**MAKALAH  
PENDAMPING**

**POSTER  
(Kode : I-04)**

**ISBN : 979363167-8**

## **STUDI PENDAHULUAN : PENGOLAHAN LIMBAH CAIR HASIL PRODUKSI PATI BENGKUANG DI GUNUNGKIDUL**

**Diah Pratiwi<sup>1,\*</sup>, Mukhammad Angwar, Khoirun Nisa**

*<sup>1</sup>Balai Pengembangan Proses dan Teknologi Kimia – LIPI*

*\*Keperluan korespondensi, telp./Fax : 0274-392570 / 0274-391168, email :  
dee.diahpratiwi@gmail.com*

### **ABSTRAK**

Telah dilakukan studi pendahuluan tentang pengolahan limbah cair produksi pati bengkuang di Gunungkidul melalui beberapa perlakuan. Pada penelitian ini dilakukan uji coba pengolahan limbah cair pati bengkuang menggunakan unit pengolahan kimia-fisika, yaitu koagulasi-flokulasi dan sedimentasi. Uji coba dilakukan menggunakan beberapa jenis bahan koagulan yaitu kapur 10 %, tawas 10 %, PAC 10%, dan  $\text{FeCl}_3$  10 %. Dengan variasi volume dan kombinasi koagulan, dapat diketahui bahwa penurunan BOD, COD, dan TSS paling tinggi adalah pada kombinasi kapur dan PAC. Kombinasi tersebut dapat menurunkan BOD sebesar 87,16 %, COD sebesar 84,61 % dan TSS sebesar 64,33 %. Selain itu dilakukan pula optimasi volume PAC pada kombinasi kapur 10 % dan PAC 10 %. Didapatkan dosis optimum kombinasi PAC dan kapur masing-masing 0,6 gr/L dan 3 gr/L dapat menurunkan nilai COD hingga mencapai 84,73%. Pengolahan dengan metode koagulasi-flokulasi dan sedimentasi mampu menurunkan parameter air limbah pati bengkuang, namun belum sesuai dengan standar baku mutu air limbah yang berlaku.

**Kata kunci :** BOD, COD, limbah cair, pati bengkuang

### **PENDAHULUAN**

Prinsip pembuatan tepung pati bengkuang adalah pengambilan pati dari bengkuang. Proses pembuatannya melalui beberapa tahapan yaitu: pengupasan, pencucian, penghancuran (pembuatan bubuk), ekstraksi, pengendapan, pengeringan, dan penepungan. Limbah cair dihasilkan dari proses pencucian, ekstraksi (pemerasan bubuk bengkuang) dan pengendapan. Air sisa pengendapan masih mengandung

sedikit pati sehingga mudah terjadi fermentasi atau pembusukan yang menyebabkan kadar keasaman airnya meningkat [1]. Selain kadar keasamannya, secara fisik air tersebut terlihat keruh. Kondisi ini menyebabkan limbah cair pati bengkuang tidak dapat langsung dibuang ke lingkungan.

Sesuai dengan peraturan pemerintah bahwa industri berkewajiban untuk melakukan pengelolaan limbah yang

didalamnya mencakup pengolahan limbah cair sebelum di buang ke badan penerima air sesuai dengan baku mutu air limbah. Setiap industri diwajibkan mempunyai instalasi pengolahan air limbah, baik secara individu maupun komunal. Guna mendukung program pemerintah tentang pengendalian pencemaran serta dalam rangka meningkatkan peran serta industri di dalamnya, maka dilakukan studi pendahuluan pengolahan limbah cair industri pati bengkang yang berlokasi di Gunungkidul.

Pada studi awal pengolahan limbah cair pati bengkang dilakukan penelitian menggunakan unit pengolahan secara kimia-fisika yaitu koagulasi-flokulasi dan sedimentasi. Koagulasi dan flokulasi merupakan rangkaian kesatuan proses. Pada koagulasi terjadi destabilisasi koloid dan partikel dalam air sebagai akibat dari pengadukan cepat dan pembubuhan bahan kimia. Koloid dan partikel yang stabil berubah menjadi tidak stabil karena terurai menjadi partikel bermuatan positif dan negatif yang kemudian berikatan dengan ion positif dan ion negatif dari koagulan membentuk inti flok. Pada proses flokulasi, inti flok ini bergabung menjadi flok yang lebih besar karena adanya tumbukan antar flok akibat pengadukan lambat. Ukuran flok yang lebih besar memungkinkan terjadinya pengendapan partikel atau sedimentasi [2].

Faktor utama yang mempengaruhi proses koagulasi-flokulasi adalah temperatur, derajat keasaman (pH), jenis koagulan, kadar ion terlarut, tingkat kekeruhan, dosis koagulan, kecepatan pengadukan dan alkanitas. Pemilihan

koagulan dan konsentrasinya dapat ditentukan berdasarkan studi laboratorium menggunakan jar tes untuk mendapatkan kondisi optimum [3]. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jenis dan dosis optimal koagulan yang digunakan pada pengolahan limbah cair pati bengkang.

Ada dua jenis koagulan yang biasa dipakai adalah koagulan garam logam dan koagulan polimer kationik. Contoh koagulan garam logam antara lain: Alumunium Sulfat atau tawas ( $Al_3(SO_4)_2 \cdot 14H_2O$ ), Feri Chloride ( $FeCl_3$ ), Fero Chloride ( $FeCl_2$ ), dan Feri Sulfat ( $Fe_2(SO_4)_3$ ), sedangkan contoh koagulan polimer atau sintesis yaitu: Poly Aluminium Chloride (PAC), Chitosan, dan Curie flock. [4]

## METODE PENELITIAN

### Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi alat-alat gelas, pH meter, COD meter, neraca analitik dan lain-lain. Bahan-bahan yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah beberapa jenis koagulan yaitu: Alumunium Sulfat atau tawas ( $Al_3(SO_4)_2 \cdot 14H_2O$ ), PAC (*Poly Aluminium Chloride*) dan Feri Chloride ( $FeCl_3$ ); kapur; reagen untuk analisa BOD; COD; dan lain-lain.

**Jar tes.** Jar tes merupakan metode standar untuk menguji proses koagulasi untuk mengetahui dosis optimum penambahan koagulan, lama pengendapan, serta volume endapan yang terbentuk. Metode tersebut dilakukan untuk membandingkan kinerja koagulan yang digunakan untuk mengendapkan padatan

tersuspensi yang terdapat pada air limbah [5].

Dalam persiapan bahan, koagulan yang akan digunakan terlebih dulu dibuat dalam bentuk cair dengan konsentrasi masing-masing 10%. Koagulan tersebut kemudian ditambahkan pada tiap sampel limbah cair pati bengkung bervolume 500 ml. Setelah jar tes selesai dilakukan analisa pH, COD, BOD, dan TSS pada air limbah. Koagulan yang paling efektif menurunkan parameter COD, BOD, dan TSS kemudian diuji jar test lagi untuk mencari dosis optimum kebutuhan koagulan.

#### Metode Penelitian

##### 1. Analisa Kebutuhan Oksigen Biokimia (*Biochemical Oxygen Demand/ BOD*).

Kandungan bahan organik dari suatu limbah biasanya dinyatakan dengan parameter BOD. BOD atau Biological Oxygen Demand dapat didefinisikan sebagai jumlah oksigen terlarut yang dikonsumsi atau digunakan oleh kegiatan kimia atau mikrobiologi [3]. Uji ini digunakan untuk menentukan jumlah oksigen terlarut yang dibutuhkan oleh mikroba aerobik untuk mengoksidasi bahan organik karbon dalam air menggunakan metode *Winkler*. Pengujian dilakukan pada suhu 20°C selama 5 hari

##### 2. Analisa Kebutuhan Oksigen Kimiawi (*Chemical Oxygen Demand/COD*).

Uji ini digunakan untuk menentukan kebutuhan oksigen kimiawi (COD) dalam air limbah dengan menggunakan oksidator potassium dikromat yang berkadar asam tinggi dan dipertahankan pada temperatur tertentu. Penambahan oksidator

menjadikan proses oksidasi bahan organik menjadi air dan CO<sub>2</sub>, setelah pemanasan maka sisa dikromat diukur dengan titrasi.

##### 3. Analisa Padatan Tersuspensi Total (*Total Suspended Solid/TSS*).

Padatan tersuspensi adalah padatan yang menyebabkan kekeruhan air, tidak terlarut dan tidak dapat mengendap langsung [6]. Pengukuran TSS mengacu pada SNI 06-6989.3-2004. Metode ini digunakan untuk menentukan residu tersuspensi yang terdapat dalam contoh uji air dan air limbah secara gravimetri.

#### HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisa limbah cair pati bengkung pada Tabel 1. menunjukkan bahwa kualitas air limbah pati bengkung masih jauh di atas standar baku mutu air limbah yang telah ditetapkan. Standar baku mutu yang digunakan adalah Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor: 51/MENLH/10/1995 tentang Baku Mutu Limbah Cair Bagi Kegiatan Industri Tapioka. Nilai pH, BOD, COD, dan TSS berada di atas ambang baku mutu air limbah, sedangkan nilai -CN ( Sianida) tidak terdeteksi. Kondisi pH yang asam dapat mengganggu aktifitas makhluk hidup di perairan dan air buangan yang mempunyai pH rendah biasanya bersifat korosif [7]. Efluen dengan BOD dan COD tinggi dapat mengganggu keseimbangan ekologi akibat aktifitas pengambilan oksigen [6]. Nilai parameter TSS yang tinggi menyebabkan penetrasi sinar matahari ke dalam air sehingga mempengaruhi regenerasi oksigen secara fotosintesis di perairan [6].

**Tabel 1. Hasil Analisa Limbah Cair Pati Bengkuang**

No	Parameter	Inlet	Baku Mutu Air Limbah	Satuan
1.	pH	4,0	6,0-9,0	
2.	BOD	7400	150	mg/L
3.	COD	12.388	300	mg/L
4.	TSS	1.015	100	mg/L
5.	Cn	ttd	-	mg/L

Uji COD dan BOD merupakan pengukuran yang biasa dilakukan untuk mengetahui tingkat polusi air. Uji BOD mempunyai beberapa kelemahan, antara lain memerlukan waktu yang cukup lama (minimal lima hari) dan uji ini bergantung dari ada tidaknya senyawa penghambat di dalam air tersebut [7]. Pengukuran kebutuhan oksigen secara kimia (COD) lebih cepat, lebih teliti ( $\pm 8\%$ ), reprodusiabel dan metodenya praktis [3]. Dari keempat parameter yang melebihi ambang batas, parameter COD memiliki nilai yang sangat tinggi di atas baku mutu. Berdasarkan pertimbangan tersebut, maka parameter COD inilah yang dijadikan parameter utama dalam menentukan jenis dan konsentrasi koagulan yang optimum. Selain parameter COD, pH juga dijadikan parameter utama dalam penelitian ini karena nilainya mempengaruhi kinerja koagulan dan metode pengukuran cukup mudah.

Penelitian ini menggunakan tiga jenis koagulan yaitu: Alumunium Sulfat atau tawas ( $\text{Al}_3(\text{SO}_4)_2 \cdot 14\text{H}_2\text{O}$ ), Feri Chloride ( $\text{FeCl}_3$ ), dan Poly Aluminium Chloride (PAC). Setiap koagulan mempunyai suhu, derajat keasaman (pH) optimum yang berbeda-beda dan membutuhkan alkanitas yang sesuai agar menghasilkan reaksi yang

cepat. Suhu air limbah pati bengkuang berada pada suhu kamar, sehingga tidak memerlukan pengkondisian suhu. Alkanitas dan pH dikondisikan dengan cara penambahan kapur atau kalsium hidroksida. Pada jar tes awal, setiap sampel limbah cair pati bengkuang ditambahkan koagulan masing-masing sebanyak 0,4 gr/L dan 0,8 gr/L Tawas, PAC,  $\text{FeCl}_3$  dan 2,6 gr/L kapur atau kalsium hidroksida.

Berdasarkan Tabel 2 dapat dilihat bahwa kemampuan menurunkan COD terbesar menggunakan koagulan kombinasi antara kapur dan PAC. Kombinasi kapur dan PAC menurunkan parameter COD inlet sebesar 84,61% pada dosis 0,4 gr/L dan 90,24 % pada dosis 0,8 gr/L . Kombinasi kapur dan tawas menurunkan parameter COD inlet sebesar 79,79% pada dosis 0,4 gr/L dan 80,86% pada dosis 0,8 gr/L. Kombinasi kapur dan  $\text{FeCl}_3$  menurunkan parameter COD inlet sebesar 72,57% pada dosis 0,4 gr/L dan 67,85 % pada dosis 0,8 gr/L. Derajat keasaman (pH) air limbah setelah pemberian koagulan baik Tawas, PAC,  $\text{FeCl}_3$  semuanya berada pada kondisi pH netral antara 6,9 s/d 8,1. Hal ini dikarenakan penambahan kapur atau kalsium hidroksida pada setiap sampel air

limbah yang difungsikan untuk mengatur pH.

**Tabel 2. Hasil Jar Tes dengan Koagulan Tawas, PAC, dan FeCl<sub>3</sub> Terhadap Nilai pH dan COD**

Perlakuan	Kapur (gr/L)	Bahan Koagulan (gr/L)			Hasil Pengujian	
		Tawas	PAC	FeCl <sub>3</sub>	pH	COD (mg/L)
1	2,6	0,4			8,1	2504
2	2,6		0,4		7,6	1906
3	2,6			0,4	6,9	3398
4	2,6	0,8			7,9	2371
5	2,6		0,8		8,0	1209
6	2,6			0,8	8,4	3982

Selain kemampuan menurunkan parameter COD, kombinasi kapur dan PAC dapat menurunkan nilai BOD dan TSS lebih besar dibandingkan dengan kombinasi kapur tawas serta kapur FeCl<sub>3</sub>. Pada Tabel 3. dapat dilihat kombinasi kapur PAC menurunkan parameter BOD dan TSS masing-masing sebesar 87,16 % dan 64,33 %. Kombinasi kapur tawas menurunkan parameter BOD dan TSS sebesar 85,43 % dan 54,53 %, sedangkan kombinasi kapur FeCl<sub>3</sub> sebesar 70,86 % dan 61,08 %. Dari

hasil tersebut dapat dilihat bahwa koagulan dengan kemampuan menurunkan parameter BOD, COD dan TSS yang paling besar adalah kombinasi kapur dengan PAC. PAC mempunyai beberapa kelebihan antara lain: rentang dosis yang lebih luas, mempunyai efek koagulasi yang lebih baik dibandingkan tawas, dapat digunakan pada temperatur rendah ( $T < 10^{\circ}\text{C}$ ), pembentukan flok lebih cepat, dan waktu yang lebih singkat untuk bereaksi dan mengendap[9].

**Tabel 3. Uji Analisa Parameter pH, BOD, COD, dan TSS Hasil Jar Tes koagulan Tawas, PAC, FeCl<sub>3</sub>, 0,4 gr/L dan Kapur 2,6 gr/L**

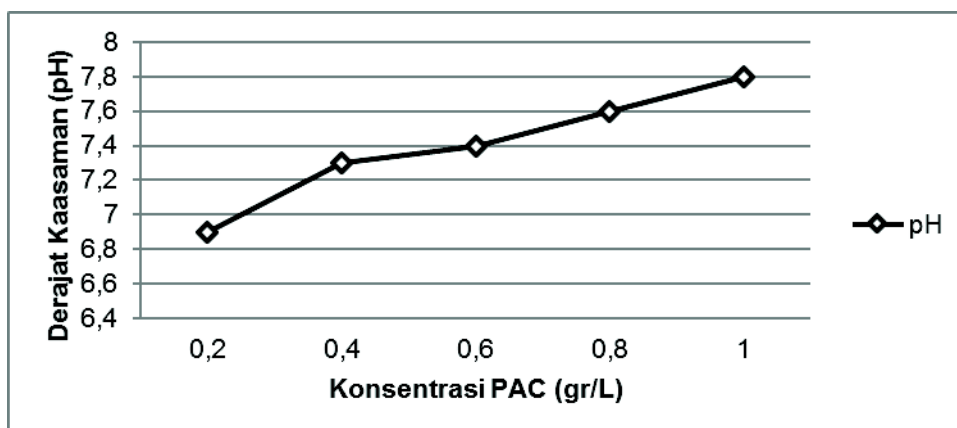
No	Parameter	Inlet	Hasil pengujian koagulan			Satuan
			Kapur & tawas	Kapur & PAC	Kapur & FeCl <sub>3</sub>	
1.	pH	4,0	8,1	7,6	8,0	
2.	BOD	7400	1078,5	950,1	2156,5	mg/L
3.	COD	12.388	2504	1906	3398	mg/L
4.	TSS	1015	461	362	395	mg/L

Pemberian dosis koagulan yang tepat sangat dibutuhkan dalam pengolahan

secara fisika-kimia ini agar didapatkan hasil akhir yang maksimal dan efisien dalam penggunaan bahan koagulan. Mekanisme jar tes dilakukan dengan koagulasi atau pengadukan cepat selama 5 menit dan flokulasi atau pengadukan lambat selama 2 menit, setelah itu diendapkan selama kurang lebih 60 menit. Untuk mendapatkan dosis koagulan kombinasi kapur dan tawas dilakukan uji jar tes dengan variasi dosis PAC dan kapur sebesar 3 gr/L.

Penambahan koagulan Tawas, PAC, dan  $\text{FeCl}_3$  menyebabkan penurunannya pH karena reaksi hidrolisis Al dan Fe yang akan membebaskan ion  $\text{H}^+$  sehingga dapat

menekan nilai pH [10]. PAC bekerja optimal pada pH 6 sampai dengan 9. PAC merupakan koagulan yang bersifat asam karena memiliki sisi keasaman Bronsted-Lowry. Semakin banyak PAC yang ditambahkan, maka pH larutan akan semakin rendah [11]. Pada Gambar 1, ditunjukkan bahwa penambahan dosis PAC menyebabkan pH naik. Hal ini disebabkan karena adanya penambahan kapur atau kalsium hidroksida untuk menaikkan pH. Walaupun pH air limbah pati bengkung mengalami kenaikan, namun masih dalam rentang netral yaitu antara 6,9 sampai dengan 7,8.



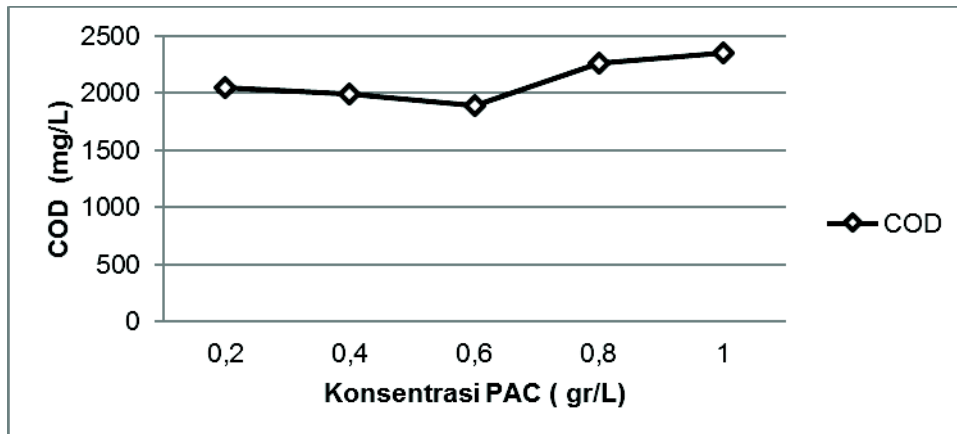
Gambar 1. Pengaruh Konsentrasi PAC terhadap Nilai Parameter PH

Koagulan PAC mempunyai kemampuan untuk menjerat senyawa organik maupun anorganik sehingga tercapai kondisi optimum pengendapan. Pada Gambar 2. terjadi penurunan nilai COD seiring dengan penambahan konsentrasi PAC yang diberikan. Namun setelah sampai pada konsentrasi PAC sebesar 0,6 gr/L nilai COD kembali naik. Didapatkan dosis optimum pada nilai 0,6 gr PAC dalam 1 liter limbah pati bengkung.

Pemberian koagulan yang berlebihan dapat menyebabkan restabilisasi koloid. Restabilisasi koloid terjadi jika koloid yang bermuatan negatif akan berubah menjadi koloid yang bermuatan positif karena adanya muatan positif yang masih reaktif di permukaan koloid [8]. Sehingga pemberian dosis diatas 0,6 gr/L atau dosis optimum menyebabkan nilai parameter COD semakin meningkat. Konsentrasi PAC 0,6 gr/L dapat menurunkan

nilai COD sebesar 84, 73% yang semula

12.388 mg/L menjadi 1892 mg/L.



Gambar 2. Pengaruh Konsentrasi PAC terhadap Nilai Parameter COD

## KESIMPULAN

Dari data hasil penelitian, diperoleh dosis optimum koagulan kombinasi PAC sebesar 0,6 gr/L dan kapur sebesar 3 gr/L dapat menurunkan nilai COD sebesar 84, 73%. Namun, nilai parameter COD ini masih berada di atas baku mutu yang ditetapkan karena kandungan COD awal yang sangat tinggi. Proses koagulasi-flokulasi dan sedimentasi tidak mampu menurunkan parameter pencemar dengan baik karena unsur yang ada lebih dominan di limbah pati bengkung adalah unsur organik, sehingga proses pengolahan tidak berjalan sempurna. Diperlukan pengolahan menggunakan proses biologi untuk mendegradasi bahan organik yang kandungannya sangat tinggi dalam limbah pati bengkung.

## DAFTAR RUJUKAN

- [1] Mardiani, Dewi, "Agar 'Si Putih' tak Cepat Membusuk", *Republika*, 3 Agustus 2010, hal 24.
- [2] Metcalf & Eddy, 2003, *Wastewater Engineering Treatment and Reuse*, Mc Graw-Hill.
- [3] B.S.L. Jenie dan W.P. Rahayu, *Penanganan Limbah Industri Pangan*, Yogyakarta, Penerbit Kanisius Anggota IKAPI, 1993
- [4] Darmasetiawan, Martin, 2004. *Teori dan Perencanaan Instalasi Pengolahan Air*. Ekamitra Engineering, Jakarta, hal II-2.
- [5] Gozan, Misri; Wulan, Praswati PDK., Putra, Hardi, *Peningkatan Efisiensi Penggunaan Koagulan Pada Unit Pengolahan Air Limbah Batu Bara*. JTKI Vol.8 No.2 Agustus 2009, 44-49.
- [6] Agnes A.R., R. Azizah, *Perbedaan Kadar BOD, COD, TSS, dan MPN Coliform Pada Air Limbah, Sebelum dan Sesudah Pengolahan Di RSUD Nganjuk*. Jurnal Kesehatan Lingkungan, Vol 2, No. 1, Juli 2005: 97-110

- [7] Fardiaz, Srikandi, *Polusi Air dan Udara*. Yogyakarta: Penerbit Kanisius Anggota IKAPI, 1992.
- [8] Reynold dkk, T.D., *Unit Operation and Process in Enviromental Engineering*. Brooks/Cole Engineering Division. Monterey. California, 1996.
- [9] Weiben,L, H, Hongshan, dan P. Jianguo, *Application of Poly Aluminium Chloride in Shenzhen Water Supply-China*, Los Alamos National Library,1999
- [10]Hendricks, David W. *Water Treatment Unit Processes: Physical and Chemical*. Taylor adnd Francis Groups. USA (2005)
- [11] Karamah, Eva Fathul dan Setijo Bismo, *Pengaruh Dosis Koagulan PAC dan Surfaktan SLS Terhadap Kinerja Proses Pengolahan Limbah Cair yang Mengandung Logam Besi (Fe), Tembaga (Cu), dan Nikel (Ni) dengan Flotasi Ozon*. Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknik Universitas Indonesia.